تأثیر نوع پوشش هیدروکلوئیدی و افزودن آرد سویا بر ویژگیهای شیمیایی و فیزیکی پیراشکی

زهرا سادات ذوالفقاری[1*]، محبت محبی[2] و محمدحسین حدادخداپرست[3]

تاریخ دریافت: ۸۹/۵/۱۹ تاریخ پذیرش: ۹۰/۳/۲۳

۱- دانشجوی دوره کارشناسی ارشد رشته مهندسی کشاورزی، علوم و صنایع غذایی دانشگاه فردوسی مشهد
۲- استادیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه فردوسی مشهد
۳- استاد گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه فردوسی مشهد
مسئول مکاتبه: E mail: Zahra2101@yahoo.com

چکیده:
در این مطالعه، پیراشکی تخمیری با آرد سویا غنی شد و تأثیر استفاده از دو پوشش صمغ متیل سلولز و کتیرا بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی پیراشکی بررسی شد. ابتدا خمیر پیراشکی با جایگزینی آرد سویا با آرد گندم در سطوح، ۰، ۵ و ۱۰٪ تهیه و قالب‌زده شد، سپس سطح خمیر در دو حالت، با محلول صمغ کتیرا و متیل سلولز پوشش داده شده و در دمای ۱۵۰°C و در زمان های ۰، ۲، ۴،۶ و ۸ دقیقه سرخ شد. جایگزینی آرد سویا با آرد گندم تأثیر معنی‌داری بر میزان رطوبت و روغن محصولات نداشت ($P>0/05$) ولی حجم پیراشکی را به طور معنی‌دار ($P<0/001$) کاهش داد. تأثیر استفاده از پوشش صمغ بر میزان رطوبت معنی‌دار ($P>0/05$) نبود ولی در میزان روغن جذب شده کاهش معنی‌دار ($P<0/05$) ایجاد نمود. تأثیر پوشش به علت خصوصیت تشکیل دهنده فیلم و کاهش تخلخل پوسته در نمونه‌ها می‌باشد. پوشش دار کردن تأثیر معنی‌داری ($P>0/05$) بر حجم پیراشکی نداشت. خصوصیات رئولوژیکی خمیر تحت تأثیر افزودن آرد سویا تغییر نمود، افزودن ۱۰٪ آرد سویا به طور معنی‌دار جذب آب خمیر را افزایش داد.

واژه‌های کلیدی: پیراشکی، سرخ کردن، پوشش هیدروکلوئید، آرد سویا، کتیرا

Effect of Type of Hydrocolloid Coating and Soy Flour Addition on Physiochemical Properties of Donut

Z S Zolfaghari[1*], M Mohebbi[2] and M H Haddad Khodaparast[3]

Received: August 10, 2010 Accepted: June 13, 2011
[1]M Sc Student of Food Science and Technology, Ferdowsi University of Mashhad, Iran
[2]Assistant Professor, Department of Food Science and Technology, Ferdowsi University of Mashhad, Iran
[3] Professor, Department of Food Science and Technology, Ferdowsi University of Mashhad, Iran
[*]Corresponding author: E mail: Zahra2101@yahoo.com,

Abstract
The effect of two types edible coatings, based on methylcellulose (MC) and gum tragacanth (GT) in combination with soy flour on physiochemical properties of fried donuts were studied. Dough was prepared with 0, 5 and 10% substitution of wheat flour with soy flour. Dough surface coated with hydrocolloid solutions (1% w/w) then fried at 150°C. Addition of soy flour did not show significant effect on moisture and oil content of the fried donut ($P>0.05$) but significantly ($P<0.001$) reduced the volume of the fried donuts. However, coating was effective method to reduction of oil content. Because of film forming properties, GT and MC coatings significantly ($P < 0.05$) reduced oil uptake but they did not have significant effect ($P > 0.05$) on moisture content and volume of the fried donut. Farinograph evaluation of dough showed that the addition of 10% soy flour considerably ($P< 0.001$) increased water absorption.

Key words: Donut, Frying, Hydrocolloid coating, Soy flour, Gum tragacanth

مقدمه

سرخ کردن یکی از روش‌های مرسوم تهیه مواد غذایی در منازل، مؤسسات و کارخانجات تولید مواد غذایی است که به دو صورت سطحی و عمقی انجام می‌شود (بلوریان و همکاران، ۱۳۸۸). یکی از مشهورترین محصولات شیرین حاصل از گندم که از طریق سرخ کردن تهیه می شود پیراشکی است. خوشمزگی و پرانرژی بودن این محصول باعث شده در بین محصولات شیرین حاصل از آرد گندم بسیار مورد توجه باشد. پیراشکی در امریکا بزرگترین محصول صبحانه ای در بین محصولات حاصل از گندم شیرین را به خود اختصاص داده و پس از محصولات سیب زمینی، بیشترین مصرف را در بین انواع اسنک دارد. از سوی دیگر میزان روغن در مواد غذایی سرخ شده ممکن است به ۵۰٪ وزن کل ماده غذایی برسد (پینتوس و همکاران، ۱۹۹۳؛ فونامی و همکاران، ۱۹۹۹؛ گارسیا و همکاران، ۲۰۰۲). از آنجایی که مصرف زیاد غذاهای چرب برای سلامت انسان مضر است و می تواند منجر به بیماری هایی مانند افزایش کلسترول خون، افزایش فشار خون و افزایش خطر ابتلا به بیماری های قلبی-عروقی، چاقی و بر هم خوردن تعادل وزنی شود (گارسیا و همکاران، ۲۰۰۲؛ باجاج و سینگال، ۲۰۰۷؛ برتولینی سوارز و همکاران، ۲۰۰۸؛ کواسم و همکاران، ۲۰۰۹)، مطالعات زیادی در زمینه کاهش جذب روغن طی فرایند سرخ کردن انجام شده است (ضیایی‌فر و همکاران، ۲۰۰۷). برخی از روش‌های کاهش جذب روغن شامل: تغییر روش‌های سرخ کردن، اصلاح محیط سرخ کردن و خصوصیات ماده‌غذایی (ملما، ۲۰۰۳؛ ضیایی‌فر، ۲۰۰۷)، اعمال دما و زمان بهینه سرخ کردن، استفاده از روش‌های خارج کردن روغن پس از سرخ کردن مانند تکاندن وچکانیدن (ملما، ۲۰۰۳؛ ضیایی‌فر و همکاران، ۲۰۰۷)، و استفاده از پیش‌فرایندهای سرخ کردن و خمیرها

و پوشش‌ها (ملما، ۲۰۰۳؛ ضیایی‌فر و همکاران، ۲۰۰۷) است.

همانگونه که بیان شد، پوشش‌دار کردن یکی از راه‌های کاهش جذب روغن طی فرایند سرخ کردن می‌باشد. پوشش خوراکی یک لایه پلیمری سطحی است که تخلخل سطح را کاهش می‌دهد و مانعی در مقابل ورود روغن به ماده غذایی ایجاد میکند. پوشش علاوه بر کاهش جذب روغن، خروج رطوبت را هم کاهش می‌دهد (ضیایی‌فر و همکاران، ۲۰۰۷). مهمترین خصوصیات یک پوشش، قابلیت تشکیل فیلم، پایداری حرارتی، خصوصیات انتقال روغن و رطوبت، کیفیت تغذیه‌ای و حسی آن است. برخی از رایج‌ترین و کارامدترین پوشش‌های استفاده شده در فرایند سرخ کردن مشتقات سلولز مانند هیدروکسی پروپیل سلولز (HPC)، متیل سلولز (MC) و هیدروکسی پروپیل متیل سلولز (HPMC) هستند (ملما، ۲۰۰۳). مطالعات تجربی نشان داده اند که پوشش سلولزی قبل از سرخ کردن می‌تواند جذب روغن فرنچ فرایز را تا ۴۰٪ کاهش دهد (گارسیا و همکاران، ۲۰۰۲؛ ملما، ۲۰۰۳؛ ضیایی‌فر و همکاران، ۲۰۰۷). سالوادور و همکارانش (۲۰۰۸) نشان دادند که متیل سلولز به طور مؤثری جذب روغن بسیاری از محصولات دارای پوشش خمیری را کاهش می‌دهد. کواسم و همکاران (۲۰۰۹) خمیر نشاسته پوشش دار و بدون پوشش را از نظر دفع رطوبت و جذب روغن مقایسه کردند، نتایج نشان داد جذب روغن محصول پوشش دار شده با متیل سلولز ۸۰٪ کاهش یافت ولی تأثیر معنی داری بر میزان رطوبت نهایی نداشت. همچنین پوشش متیل سلولز جذب روغن دیسک خمیر را کاهش داد (برتولینی-سوارز و همکاران، ۲۰۰۸). صمغ کتیرا تراوه خشک شده طبیعی حاصل از گونه گیاهی، *Astragalus gummifer Labillardiere* بوده، در فهرست هیدروکلوئیدهای GRAS قرار دارد در آب سرد محلول بوده، محلولی با ویسکوزیته بسیار بالا تولید میکند که به عنوان پایدار کننده، امولسیون کننده، قوام دهنده، پوشش دهنده، ژل ساز، معلق ساز و جایگزین چربی کاربرد گسترده‌ای در صنایع غذایی و دارویی دارد (ویپینگ و براونول، ۲۰۰۰).

از دیگر روش‌های کاهش جذب روغن تغییر خصوصیات ماده غذایی است. به دلیل خصوصیات چندگانه و متنوع سویا، از مشتقات آن برای کاهش جذب روغن در محصولات سرخ شده استفاده شده‌است. راینر و همکاران (۲۰۰۰) ایجاد و کاربرد فیلم پروتئین سویا را بر کاهش جذب روغن در غذاهای سرخ شده در عمق بررسی کردند. نتایج نشان داد که میزان چربی پیراشکی پوشش دار به طور معنی داری کاهش یافت. لی و همکاران (۲۰۰۵) با جایگزین کردن آرد گندم با ایزوله پروتئین سویا توانستند میزان جذب روغن کلوچه سرخ شده را کاهش دهند. همچنین افزودن آرد سویا به فرمولاسیون خمیر مایع ناگت مرغ، جذب روغن را در طول سرخ کردن کاهش داد (دوگان و همکاران، ۲۰۰۵). علاوه بر خصوصیات عملکردی یاد شده، پروتئین های موجود در سویا شامل اسیدهای آمینه ضروری می‌باشند. همچنین این دانه منبع سرشاری از لیزین است. به دلیل محدودیت پروتئین گندم از نظر اسیدهای آمینه لیزین و متیونین، آرد سویا مکمل مناسبی برای آرد گندم به شمار می رود. سویا حاوی مقادیر قابل توجهی از املاح معدنی شامل کلسیم، آهن، سدیم، پتاسیم، روی و فسفر است. همچنین ایزوفلاونها و فیتواسترولهای موجود در سویا در پیشگیری از سرطان، پوکی استخوان و جلوگیری از بیماری ها قلبی-عروقی نقش مهمی دارند (پاتر و همکاران، ۱۹۹۸؛ الپسلان و هایتا، ۲۰۰۶) . در این تحقیق تأثیر جایگزینی ۰، ۵ و ۱۰٪ آرد سویا با آرد گندم و استفاده از پوشش صمغ کتیرا و متیل سلولز بر ویژگیهای فیزیکوشیمیایی پیراشکی سرخ‌شده به روش عمیق بررسی شد. همچنین خصوصیات رئولوژیکی خمیر با استفاده از فارینوگرافی بررسی گردید.

مواد و روش‌ها

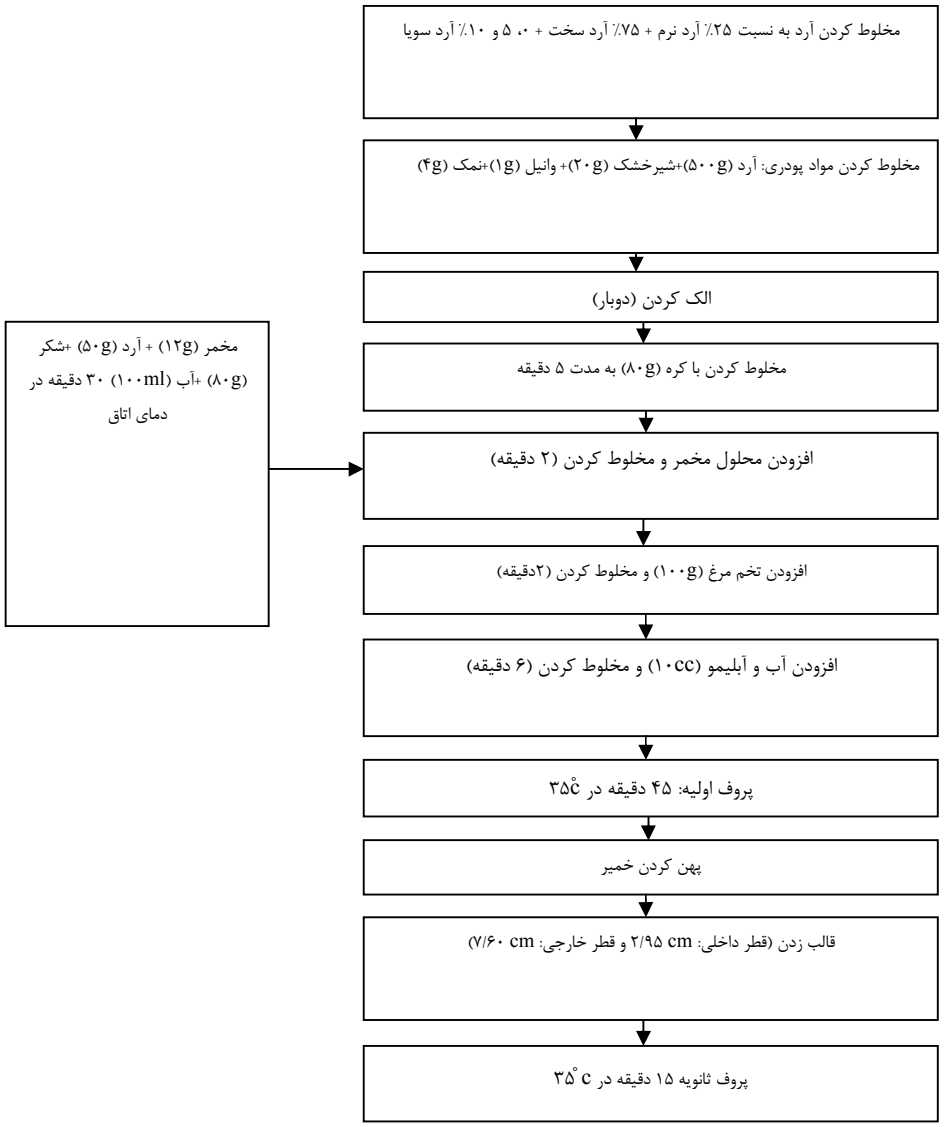
تهیه محلول صمغ

محلول صمغ متیل سلولز (M71-40, Sigma) با غلظت ۱ w/w٪ مشابه روش سالوادور و همکاران (۲۰۰۸) تهیه شد. پودر متیل سلولز توزین شده، با آب سرد ۱۵C°

مخلوط شده، به مدت ۱ ساعت قبل از پوشش دهی به منظور جذب آب در حمام آب $^{\circ}C$ ۱۵نگهداری شد.
ورقه‌های صمغ کتیرا توسط آسیاب برقی (National, K039131) پودر و الک شدند (0.425 mm). پودر تهیه شده با نسبت w/w ۱٪ به صورت تدریجی به آب $^{\circ}C$ ۲۵ اضافه شد. بلافاصله بر روی بهمزن مغناطیسی قرار گرفت و ۱ ساعت در دمای اتاق و دور rpm ۷۰۰ مخلوط شد. سپس به‌منظور جذب آب، به مدت ۲ ساعت قبل از پوشش‌دهی در دمای $^{\circ}C$ ۳ یخچال قرار گرفت (زرگران و همکاران، ۱۳۸۷). محلول‌های صمغ به صورت روزانه تهیه می‌شدند.

تهیه خمیر

مواد مورد نیاز برای تهیه خمیر پیراشکی شامل، آرد گندم، آرد سویا، شیر خشک، مخمر، بیکینگ پودر، شکر، کره، نمک، وانیل، تخم مرغ و آبلیمو از بازار محلی در مشهد خریداری شدند. مخلوط آرد گندم شامل ۲۵٪ آرد نرم و ۷۵٪ آرد سخت با ۰، ۵ و ۱۰٪ جایگزینی با آرد سویا تهیه شده، به همراه سایر مواد پودری شامل شیر خشک، نمک، وانیل و بیکینگ پودر دوبار الک شدند (0.425 mm)، سپس به مدت ۵ دقیقه به همراه کره با مخلوط کن استاندارد الکتریکی (Hùgel, No. HG550TMEM) مخلوط شدند. سایر افزودنی ها اضافه شده، به مدت ۱۰ دقیقه مخلوط کردن خمیر ادامه یافت. خمیر آماده شده به مدت ۴۵ دقیقه در دمای $^{\circ}C$ ۳۵ در دستگاه پروفر (ایران خودساز، LGH220) مرحله پروف را طی کرده سپس به صورت دستی با ضخامت ۱سانتی‌متر پهن شد. آنگاه توسط قالب پیراشکی با قطر داخلی ۲/۹۵ سانتی‌متر و قطر خارجی ۷/۶۰ سانتی‌متر قالب زنی شده، قطعات خمیر به مدت ۱۵ دقیقه در دمای $^{\circ}C$ ۳۵ مرحله دوم پروف را سپری کردند (رحمان و همکاران، ۲۰۰۷). مراحل مختلف تهیه خمیر پیراشکی در شکل ۱ نشان داده شده است. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آردهای مورد استفاده در جدول ۱ نشان داده شده‌است.



شکل ۱- مراحل تهیه خمیر دونات

سرخ کردن

پوشش دهی قطعات خمیر با محلول صمغ توسط برس قنادی انجام شد و سپس در یک سرخ کن خانگی (Black & Decker, Type 01) در دمای ۱۵۰ °C و به مدت ۰، ۲، ۴، ۶ و ۸ دقیقه سرخ شدند. نمونه شاهد بدون پوشش دهی سرخ شد. مخزن سرخ کن با ۱/۵ لیتر روغن آفتابگردان (نینا، ایران) پر شده، به منظور تثبیت و پایدار شدن دمای روغن، ۱ ساعت قبل از شروع سرخ کردن روشن شد (فونامی و همکاران، ۱۹۹۹). نمونه سرخ شده از سبد خارج شده، توسط کاغذ جاذب، روغن اضافی موجود روی سطح پیراشکی گرفته‌شده و به مدت ۳۰ دقیقه در دمای اتاق خنک شد (فونامی و همکاران، ۱۹۹۹). تعویض روغن پس از ۴ مرحله سرخ کردن انجام گرفت.

اندازه‌گیری خواص رئولوژیکی خمیر

جهت تعیین میزان جذب آب آرد از دستگاه فارینوگراف (Brabender, D-4100) استفاده شد. خواص رئولوژیکی خمیر، بخشی از خواص خمیر است که هنگام حرکت یا تغییر حالت از خود نشان می‌دهد (استاندارد ملی ایران،۱- ۳۲۴۶). فاکتورهای جذب آب، زمان

گسترش خمیر، مقاومت خمیر و زمان تضعیف خمیر مطابق استاندارد شماره ۱-۳۲۴۶ برای خمیر تهیه شده با ۰، ۵ و ۱۰٪ جایگزینی آرد سویا اندازه‌گیری شد.

اندازه‌گیری رطوبت و چربی

نمونه های سرخ شده و خنک شده به قطعات کوچکتر (۱۲-۱۶g) بریده شدند و در آون هوای داغ (Memmert, 154 Beschickung- loading, model 100-800) در دمای ۱۰۵ °C به مدت ۲۴ ساعت خشک شده، اختلاف وزن نمونه ها نشان دهنده میزان رطوبت هر نمونه می‌باشد (تان و میتال، ۲۰۰۶).

نمونه خشک شده توسط آسیاب برقی خرد شده(National, K039131)، سپس توسط استخراج سوکسله به مدت ۴ ساعت با استفاده از حلال پترولیوم اتر (Scharlau, ET0091)، چربی آن استخراج گردید. اختلاف وزن نشان دهنده میزان چربی نمونه می باشد (تان و میتال، ۲۰۰۶).

اندازه‌گیری حجم

جهت اندازه‌گیری حجم از روش حجم سنجی توسط جابجایی دانه‌های ریز استفاده شد (ابراهیم پور و همکاران، ۱۳۸۹)، به این صورت که یک ظرف فلزی با حجم مشخص (V_c) را با ارزن پر کرده، توزین می‌نماییم (W_{m+c}) سپس پیراشکی را در ظرف قرار داده و روی آن ارزن ریخته مجدداً توزین می کنیم (W_t) همچنین وزن ظرف خالی و وزن پیراشکی را هم به دست می آوریم. با استفاده از روابط ۱ و ۲ حجم پیراشکی به دست می آید (رحمان و همکاران، ۲۰۰۷).

دانسیته ارزن:

$$(W_{C+M} - W_C) / V_C \quad [۱]$$

حجم پیراشکی: $V_C - ((W_T - W_D - W_C)/ D_M)$ [۲]

جدول ۱- خصوصیات شیمیایی و فیزیکی آرد

نوع آرد	میزان رطوبت (g/100g)	میزان روغن (g/100g)	خاکستر (g/100g)	پروتئین (g/100g)	کربوهیدرات (g/100g)	دانیسته (g/cm^3)
آرد سویا	۰/۵۲±۸/۷۶	۰/۰۴±۱/۴۴	۰/۱۱±۶/۲۷	۰/۰۹±۴۷/۰۵	۱/۵۸±۳۶/۴۸	۰/۵۴±۰/۰۳
آرد گندم نرم	۱/۵۷±۱۲/۰۴	۰/۱۴±۱/۷۱	۰/۰۴±۰/۵۰	۱/۱۹±۹/۱۲	۲/۶۷±۷۶/۶۲	۰/۵۴±۰/۰۴
آرد گندم سخت	۱/۳۱±۱۲/۸۱	۰/۱۳±۱/۸۲	۰/۰۳±۰/۵۳	۱/۲۶±۱۲/۳۱	۲/۴۱±۷۲/۵۲	۰/۴۷±۰/۰۲

نتایج میانگین دو تکرار ± انحراف معیار می‌باشند.

آنالیز آماری

کلیه آزمونها با سه تکرار انجام گرفت و نتایج با استفاده از آزمون فاکتوریل بر پایه کاملاً تصادفی و با استفاده از نرم‌افزار Minitab (Ver.13)، آنالیز شدند. به‌منظور تعیین اثر هریک از تیمارها بر ویژگی‌های کیفی از آنالیز واریانس (ANOVA) استفاده گردید و مقایسه میانگین با استفاده از آزمون دانکن انجم گرفت.

نتایج و بحث

آزمون فارینوگراف

جدول ۲ نتایج حاصل از آزمون فارینوگراف نمونه‌های آرد را نشان می‌دهد.

جدول ۲- نتایج حاصل از آزمون فارینوگرافی

نمونه	جذب آب (میلی لیتر)	زمان گسترش خمیر(دقیقه)	مقاومت خمیر(دقیقه)	زمان تضعیف خمیر(دقیقه)
۰٪ آرد سویا	۶۰±۱/۸۰	۵/۸±۰/۳۶	۱۱/۷±۰/۰۶	۸/۸±۰/۲۶
۵٪ آرد سویا	۶۱/۱±۰/۷۹	۶/۲±۰/۴	۱۶/۲±۰/۹۸	۱۶/۵±۰/۵
۱۰٪آرد سویا	۶۴/۵±۲/۲۹	۸/۱±۰/۲۶	۱۸/۵±۱/۳۲	۱۷/۵±۰/۵

نتایج میانگین سه تکرار است.

جذب آب و سایر پارامترهای رئولوژیکی مانند زمان گسترش خمیر ((Dough development time، مقاومت خمیر (Stability) و زمان تضعیف خمیر (Time to breakdown) تغییر نموده است. همانطور که مشاهده می‌شود، افزودن ۱۰٪ آرد سویا به طور معنی‌دار جذب آب خمیر را افزایش داده است افزایش جذب آب باعث افزایش زمان ماندگاری و کاهش نسبی خروج رطوبت حین فرایند می‌شود (عرب‌عامری و همکاران، ۱۳۸۳). آنالیز آماری نتایج نشان داد جایگزینی آرد سویا با آرد گندم بر سایر فاکتورهای به دست آمده از فارینو گرافی تأثیر معنی‌دار داشت (جدول ۲). با افزایش درصد آرد سویا زمان گسترش خمیر افزایش یافته است که میتواند به دلیل افزایش پروتئین موجود در خمیر باشد، همزمان با افزایش مقاومت خمیر زمان تضعیف نیز افزایش یافته است. در این تحقیق عدد کیفی فارینوگراف مورد بررسی قرار نگرفته است با این وجود مطابق قمری و همکاران (۱۳۸۸)عدد کیفی فارینوگراف (FQN) با زمان تضعیف خمیر همبستگی مثبت و بالایی (۱/۰۰۰) دارد. بدین ترتیب می‌توان گفت که با افزایش درصد آرد سویا تا ۱۰٪ ، جذب آب، زمان گسترش خمیر، مقاومت خمیر، زمان تضعیف خمیر و عدد کیفی فارینوگراف افزایش یافتند.

این تغییرات می‌تواند ناشی از افزایش درصد پروتئین آرد باشد به طوری که بر هم کنش پروتئینهای آرد سویا و گلوتن گندم اثر تقویت کنندگی بر خمیر داشته است.

جدول ۳- میانگین مربعات خطا حاصل از آنالیز واریانس میزان رطوبت، میزان روغن وحجم

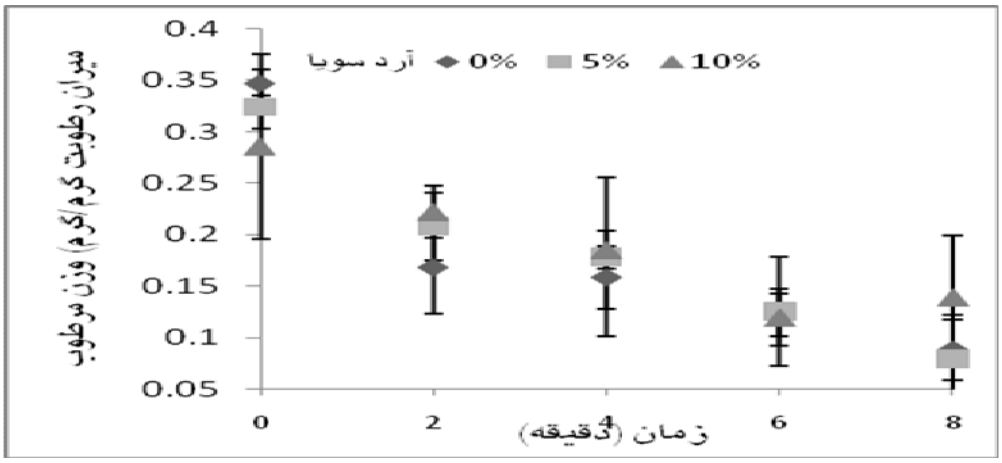
منبع	درجه آزادی	میزان رطوبت	میزان روغن	حجم
A	۲	۰/۰۰۲۱^{NS}	۰/۰۰۰۲^{NS}	۱۲۵۴۶**
B	۲	۰/۰۰۲۴^{NS}	۰/۰۰۲۲*	۶۳/۴^{NS}
C	۴	۰/۱۹۶۰**	۰/۰۲۸۸**	۸۰۹۸/۱**
A×B	۴	۰/۰۰۵۴*	۰/۰۰۰۳^{NS}	۴۸/۵^{NS}
A×C	۸	۰/۰۰۶۱**	۰/۰۰۰۱^{NS}	۱۰۰/۷^{NS}
B×C	۸	۰/۰۰۳۷*	۰/۰۰۰۴^{NS}	۴۸/۳^{NS}
A×B×C	۱۶	۰/۰۰۳۷**	۰/۰۰۰۱^{NS}	۳۷/۵^{NS}
خطا	۹۰	۰/۰۰۱۳	۰/۰۰۰۴	۶۲/۰
کل	۱۳۴			

A: جایگزینی آرد سویا، B: استفاده از پوشش صمغ، C: زمان سرخ کردن. NS: بی‌معنی، p=0.05 *، p= 0.001 **

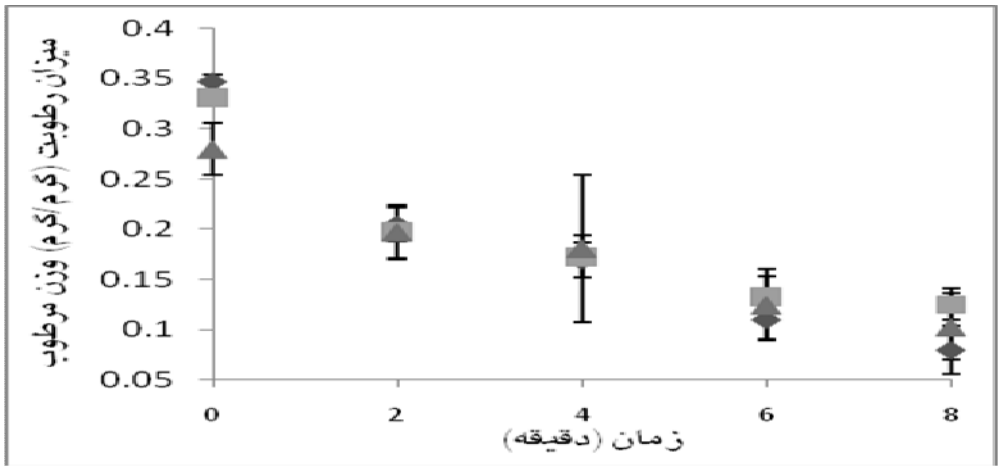
میزان رطوبت

مطابق انتظار، میزان رطوبت پیراشکی با افزایش زمان سرخ کردن به طور معنی‌داری (P< ۰/۰۰۱) کاهش یافت. این نتیجه با نتایج گزارش شده توسط بسیاری از محققان مطابقت داشت (فونامی و همکاران، ۱۹۹۹؛ هوانگ و همکاران، ۲۰۰۹؛ تان و میتال، ۲۰۰۷؛ ولز-رویز و سوسا-مورالس، ۲۰۰۳).

همانگونه که در جدول ANOVA نشان داده شده است (جدول ۳)، تأثیر افزودن آرد سویا و استفاده از پوشش بر رطوبت پیراشکی معنی‌دار نبود. دوگان و همکاران (۲۰۰۵) به نتیجه مشابهی دست یافتند که افزودن آرد سویا به خمیر مایع در محتوی رطوبت ناگت مرغ سرخ شده تغییری ایجاد نکرد. در یک تحقیق دیگر لی و همکاران (۱۹۹۷) بیان کردند، افزودن ایزوله پروتئین سویا به کلوچه سرخ شده، باعث افزایش میزان رطوبت می‌شود. تفاوت نتایج ممکن است به علت تفاوت ایزوله پروتئین سویا و آرد سویا در قدرت باند کنندگی آب باشد. در بین همه محصولات سویا، ایزوله پروتئین سویا بیشترین ظرفیت جذب آب را دارد (لی و همکاران، ۱۹۹۷). مطابق شکل ۲، با افزایش درصد آرد سویا، رطوبت باقیمانده کمی افزایش یافته است به طوریکه کمترین و بیشترین میزان رطوبت متعلق به نمونه بدون جایگزینی آرد سویا و ۱۰٪ جایگزینی می‌باشد. شکل ۳، تأثیر استفاده از پوشش صمغ را بر میزان رطوبت باقیمانده نشان می‌دهد. مشابه جایگزینی آرد، استفاده از پوشش هم تأثیر چشمگیری بر میزان رطوبت نداشته و همه نمونه ها روند مشابهی دارند. با این وجود، نمونه شاهد نسبت به نمونه های پوشش دار میزان رطوبت کمتری دارد. کواسم و همکاران (۲۰۰۹) نتیجه مشابهی برای خمیر نشاسته‌ای پوشش داده شده با محلول متیل سلولز به‌دست آوردند. بی‌تأثیر بودن صمغ بر میزان رطوبت باقیمانده به نظر می‌رسد به دلیل ضعیف بودن اثر ممانعت کنندگی پوشش صمغ در مقابل خروج رطوبت باشد (فونامی و همکاران، ۱۹۹۹). معنی‌دار بودن اثر متقابل پوشش صمغ و آرد سویا بر میزان رطوبت باقیمانده در جدول ۳ مشاهده می‌شود و به دلیل اثر سینرژیستی استفاده از پوشش صمغ و جایگزینی آرد سویا می‌باشد.



شکل ۲- تغییرات میزان رطوبت پیراشکی سرخ شده طی زمان سرخ کردن تحت تأثیر درصد جایگزینی آرد سویا به همراه انحراف معیار



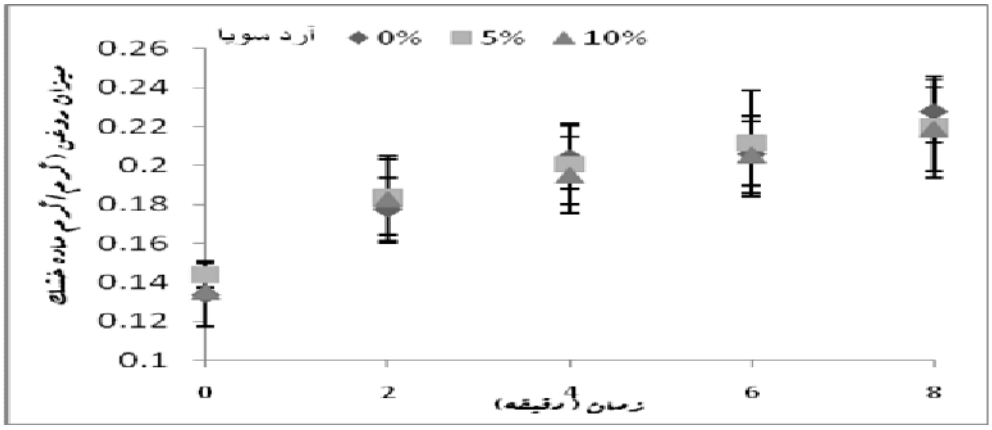
شکل ۳- تغییرات میزان رطوبت پیراشکی سرخ شده طی زمان سرخ کردن تحت تأثیر پوشش صمغ به همراه انحراف معیار

میزان روغن

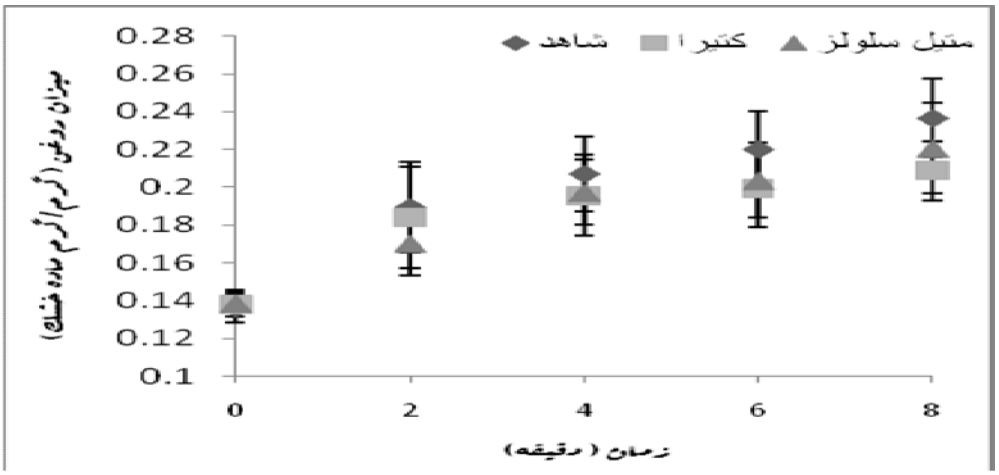
همانگونه که در شکل ۴ و ۵ مشاهده می‌شود، میزان روغن موجود در پیراشکی طی زمان سرخ کردن افزایش یافت. نتیجه مشابه از آزمایش‌های فونامی و همکاران (۱۹۹۹) و تان و میتال (۲۰۰۶) حاصل شد. برخلاف نتیجه‌ای که لی و برناند (۲۰۰۵) و دوگان و همکاران (۲۰۰۵) به‌دست آورند، تأثیر جایگزینی آرد گندم با آرد سویا بر میزان جذب روغن معنی‌دار ($P>0/05$) نبود (جدول ۳). این محققان بیان کردند که آرد سویا با ظرفیت نگهداری آب بالا باعث کنترل خروج رطوبت و درنتیجه جذب روغن می‌شود و دلیل دیگر بیان شده ویسکوزیته بالاتر ناشی از جایگزینی آرد گندم با آرد سویا بود. با این حال در این بررسی میزان رطوبت خمیر بسیار کمتر از رطوبت خمیر مایع بود به همین دلیل تأثیر آرد سویا بر ویسکوزیته خمیر قابل چشم‌پوشی است. در فرمولاسیون خمیر مایع نسبت آب به مواد جامد ۵ به ۳ می‌باشد. نمودار ۴، میزان روغن بر اساس درصد جایگزینی آرد سویا را نشان می‌دهد. با افزایش زمان سرخ کردن محتوای روغن افزایش یافته ولی درصد آرد سویا تغییری در روند و میزان روغن ایجاد نکرده‌است.

پوشش صمغ به طور معنی‌داری($P<0/05$) میزان روغن پیراشکی را کاهش داد (جدول ۳). به طوری که پوشش صمغ کتیرا به میزان ٪ ۱۴/۴۲و پوشش متیل سلولز ٪۱۳/۶۹ جذب روغن را کاهش دادند. تأثیر پوشش را می توان به آبدوست بودن پوشش های بر پایه پلی ساکارید و در نتیجه کاهش حلالیت روغن در پوسته پیراشکی و کاهش تخلخل پوسته و در نتیجه کاهش ضریب انتشار روغن در نمونه‌ها نسبت داد. تأثیر پوشش صمغ کتیرا و متیل سلولز از نظر آماری یکسان بود ولی مطابق شکل ۵، نمونه شاهد بیشترین جذب روغن و نمونه پوشش داده شده با محلول صمغ کتیرا، کمترین میزان روغن را داشت. می‌توان گفت که این امر می‌تواند نشان دهنده بالاتر بودن خاصیت پوشش دهندگی محلول صمغ کتیرا باشد. جذب روغن یک پدیده سطحی است (گازموری و بوچن، ۲۰۰۹؛ باجاج و سینگال، ۲۰۰۷). یکنواختی سطح پیراشکی بر جذب روغن تأثیر بسزایی دارد (فونامی و همکاران، ۱۹۹۹). شکنندگی ساختار پوشش و افزایش حجم پیراشکی در حین سرخ کردن باعث ایجاد ترک در سطح پیراشکی می‌شود بنابراین استفاده از یک نرم کننده در ساختار پوشش به یکنواختی و افزایش خاصیت ممانعت کنندگی پوشش کمک کرده، جذب روغن و خروج رطوبت را کاهش می‌دهد (گارسیا و همکاران، ۲۰۰۲). بر همین اساس برتولینی سوارز و همکاران (۲۰۰۸) با افزودن سوربیتول به محلول صمغ متیل سلولز به خاصیت ممانعت کنندگی بیشتر و جذب روغن کمتری در خمیر سرخ شده دست یافتند. در این مطالعه به هیچ یک از محلولهای صمغی پلاستیسایزر اضافه نشد. و در این

شرایط صمغ کتیرا خاصیت ممانعت کنندگی بهتری نسبت به متیل سلولز نشان داد. صمغ کتیرا یک پلیمر کربوهیدراتی محلول در آب و یک امولسیفایر با عملکرد دوگانه است و کشش سطحی موجود بین روغن و آب را کاهش می‌دهد. از این رو می‌توان گفت صمغ کتیرا بدون وجود پلاستیسایزر فیلم منعطف تری نسبت به متیل سلولز ایجاد نموده و با ایجاد ترکهای کمتر در سطح فیلم، جذب روغن را در حین سرخ کردن کاهش داده است. اثر متقابل صمغ و جایگزینی آرد سویا معنی‌دار نبود ($P>0/05$).



شکل ۴- تغییرات میزان روغن پیراشکی سرخ شده طی زمان سرخ کردن تحت تأثیر درصد جایگزینی آرد سویا

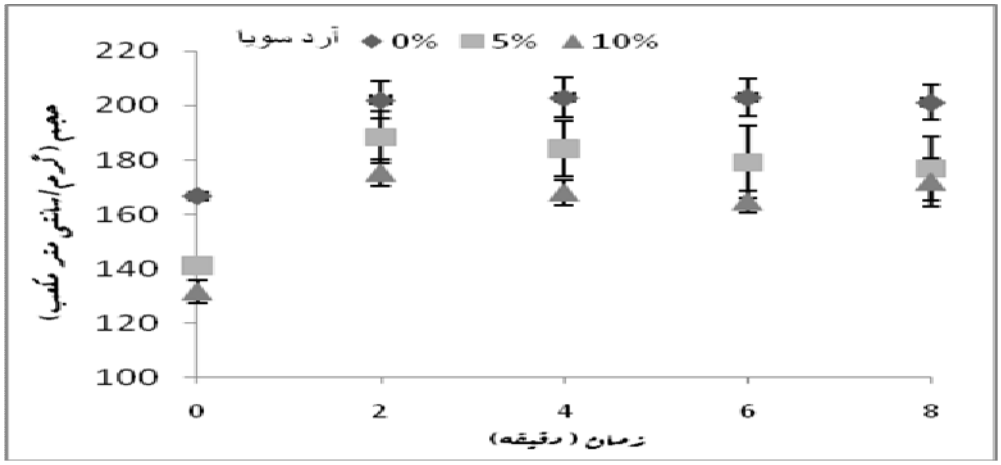


شکل ۵- تغییرات میزان روغن پیراشکی سرخ شده طی زمان سرخ کردن تحت تأثیر پوشش صمغ

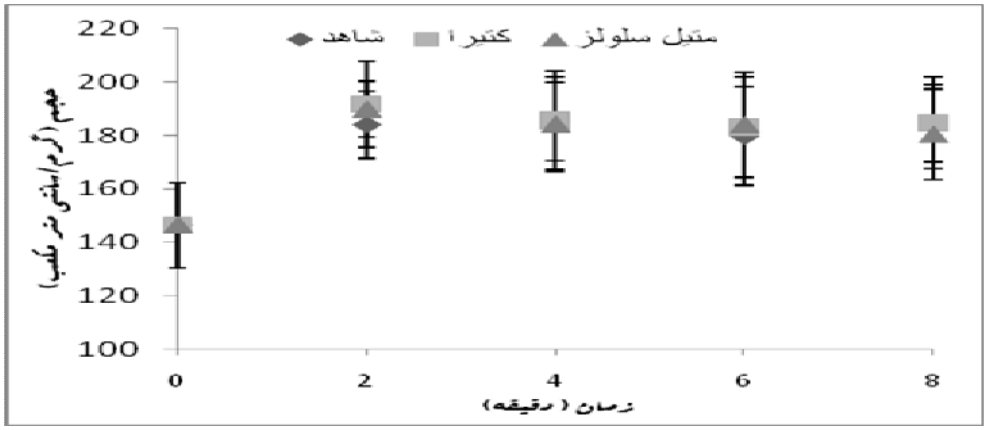
حجم

مطابق جدول ۳ اثر دما و آرد سویا بر حجم معنی‌دار ($P<0/001$) بوده‌است. همانگونه که در شکل ۶ و ۷ مشاهده می‌شود، مشابه نتایج به‌دست آمده توسط سوسا-مورالس و ولز-رویز(۲۰۰۳) در ۲ دقیقه اول سرخ کردن به دلیل انبساط گازهای درون شبکه خمیر و گسترش خمیر، حجم به سرعت افزایش یافته، سپس تا پایان سرخ کردن با روند پایدار، اندکی کاهش می‌یابد. کاهش حجم ممکن است به دلیل تشکیل پوسته و خروج بخار آب و جمع‌شدگی خفیف محصول ایجاد شده باشد.

تغییرات حجم تحت تأثیر درصد جایگزینی آرد و نوع پوشش در شکل ۶ و ۷ نشان داده‌شده است. همانگونه که مشاهده می‌شود جایگزینی آرد سویا با آردگندم اثر منفی بر حجم دارد. می‌توان گفت، کاهش حجم به دلیل تأثیر منفی سویا بر افزایش حجم وگسترش شبکه گلوتنی می‌باشد (روسیا و همکاران، ۲۰۰۹). استفاده از پوشش صمغ تأثیر معنی‌داری (P>۰/۰۵) بر حجم پیراشکی نداشته، تغییرات حجم در هر سه نمونه، روند مشابهی داشت (جدول ۳).



شکل ۶- تغییرات حجم پیراشکی سرخ شده طی زمان سرخ کردن تحت تأثیر درصد جایگزینی آرد سویا



شکل ۷- تغییرات حجم پیراشکی سرخ شده طی زمان سرخ کردن تحت تأثیر پوشش صمغ

نتیجه‌گیری

در این پژوهش تأثیر استفاده از پوشش هیدروکلوئیدی و جایگزینی آرد سویا بر خصوصیات شیمیایی و فیزیکی پیراشکی سرخ‌شده به روش عمیق بررسی شد. پوشش‌دار کردن خمیر پیراشکی با محلول صمغ روش مؤثری برای کاهش جذب روغن پیراشکی در حین سرخ کردن بود و در عین حال حجم محصول را تغییر نداد. استفاده از آرد سویا در فرمولاسیون پیراشکی میزان رطوبت و روغن آن را تغییر نداد ولی حجم محصول را کاهش داد. همچنین نتایج فارینوگرافی نشان داد، افزودن ۱۰٪ آرد سویا جذب آب آرد را به طور معنی‌دار افزایش داد.

منابع مورد استفاده

ابراهیم پور ن، پیغمبردوست س‌ه و آزادمرد دمیرچی ص، ۱۳۸۹. تأثیر افزودن پکتین، گوار و کاراگینان بر روی ویژگیهای کیفی نان حجیم بدون گلوتن. مجله پژوهش‌های صنایع غذایی تبریز. ۲(۳): ۹۸-۸۵.

بلوریان ش، گلی موحد غ، افشاری م، مددنوعی ف و کرمی ف، ۱۳۸۸. بررسی مقاومت حرارتی و کارایی مخلوط روغن پالم اولئین و کلزا در سرخ کردن چیپس سیب زمینی. مجله پژوهش‌های صنایع غذایی تبریز.۳(۱):۴۶-۳۱.

زرگران ع، محمدی‌فر م و بلاغی س، ۱۳۸۷. مقایسه برخی ترکیبات شیمیایی و ویژگیهای رئولوژیک صمغ کتیرای ایرانی تراویده از دو گونه گون A. rahensis و A. floccosu . مجله علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران. ۴: ۱۷-۹.

عرب عامری م، عزیزی مح و برزگر، م، ۱۳۸۳. بررسی تأثیر برخی هیدروکلوئیدها بر خصوصیات رئولوژیکی خمیر و کیفیت نان لواش. فصلنامه علوم و صنایع غذایی ایران. ۱ (۱): ۵۷-۴۹.

قمری م، پیغمبردوست س‌ه، رشمه کریم ک، ۱۳۸۸. کاربرد عدد کیفی فارینوگراف در بررسی کیفیت نانوایی گندم. مجله پژوهش‌های صنایع غذایی تبریز. ۲: ۳۳-۲۳

Alpaslan M, and Hayta M, 2006. The effects of flaxseed, soy and corn flours on the textural and sensory properties of a bakery product. Journal of Food Quality 29:617-627.

Bertolini Suárez R, Campanõne L A, Garcia M A, and Zaritzky NE, 2008. Comparison of the deep frying process in coated and uncoated dough systems. Journal of Food Engineering 84: 383-393.

Bajaj I, Singhal R, 2007. Gellan gum for reducing oil uptake in sev, a legume based product during deep-fat frying. Food Chemistry 104: 1472-1477.

Cauvain SP and Young L, 2006. Baked Products: Science, Technology and Practice. Blackwell, London.

Dogan S, Sahin S, Sumnu G, 2005. Effects of soy and rice flour addition on batter rheology and quality of deep-fat fried chicken nuggets. Journal of Food Engineering 71:127-132.

Funami T, Funami M, Tawada T, Nakao Y, 1999. Decreasing oil uptake of doughnuts during deep-fat frying using curdlan. Journal of Food Science 64: 883-888.

Garcia MA, Ferrero C, Campana A, Bertola N, Martino M, Zaritzky N, 2004. Methylcellulose coatings applied to reduce oil uptake in fried products. Food Science and Technology International 10: 339-346.

Gazmuri AM, Bouchon P, 2009. Analysis of wheat gluten and starch matrices during deep-fat frying. Food Chemistry 115:999-1005.

Hwang JY, Sung WC, Shyu YS, 2009. Effects of atmospheric and vacuum frying on the quality of donuts. Taiwanese Journal of Agricultural Chemistry and Food Science 47:238-249.

Lee KA, Brennand CP, 2005. Physico-chemical, textural and sensory properties of a fried cookie system containing soy protein isolate. International Journal of Food Science and Technology 40: 501-508.

Mashayekh M, Mahmoodi MR, and Entezari MS, 2008. Effect of fortification of defatted soy flour on sensory and rheological properties of wheat bread. International Journal of Food Science and Technology 43: 1693-1698.

Mellema M, 2003. Mechanism and reduction of fat uptake in deep-fat fried foods. Trends in Food Science and Technology 14: 364-373.

Mallikarjunan p, Chinnan MS, Balasubramaniam VM, and Phillips RD, 1997. Edible coatings for deep-fat frying of starchy products. LWT - Food Science and Technology 30: 709–714.

Potter SM, Baum AJ, Teng H, Stillman RJ, Shay NF and Erdman W, 1998. Soy protein and isoflavones: their effects on blood lipids and bone density in postmenopausal women". American Society for Clinical Nutrition 68: 1375-1379.

Pinthus E J, Weinberg P, and Saguy IS, 1993. Criterion for oil uptake during deep-fat frying. Journal of Food Science 58: 204-422.

Quasem JM, Mazahreh AS, Abu-Alruz K, Afaneh IA, Al-Muhtaseb AH, Magee TRA, 2009. Effect of methyl cellulose coating and pre-treatment on oil uptake, moisture retention and physical properties of deep-fat fried starchy dough system. American Journal of Agricultural and Biological Science 4: 156-166.

Roccia P, Ribotta PD, Perez GT, and Leon AE, 2009. Influence of soy protein on rheological properties and water retention capacity of wheat gluten. LWT - Food Science and Technology 42: 358-362.

Rehman S, Paterson A, Hussain S, Anjum Murtaza M, Mehmood S, 2007. Influence of partial substitution of wheat flour with vetch (Lathyrus sativus L) flour on quality characteristics of doughnuts. LWT - Food Science and Technology 40: 73-82.

Rayner M, Ciolfi V, Maves B, Stedman P, Mittal GS, 2000. Development and application of soy-protein films to reduce fat intake in deep-fried foods. Journal of the Science of Food and Agriculture 80: 777-782.

Salvador A, Sanz T, Fiszman SM, 2008. Performance of methyl cellulose in coating batters for fried products. Food Hydrocolloids 22: 1062-1067.

Sahin S, Sumnu G, and Altunakar B, 2005. Effects of batters containing different gum types on the quality of deep-fat fried chicken nuggets. Journal of the Science of Food and Agriculture 85: 2375–2379.

Tan KJ, Mittal GS, 2006. Physicochemical properties changes of donuts during vacuum frying. International Journal of Food Properties 9:85-98.

Velez-Ruiz JF, Sosa-Morales ME, 2003. Evaluation of physical properties of Dough of donuts during deep-fat frying at different temperatures. International Journal of Food Properties 6:341-353.

Weiping W and Branwell A, 2000. Tragacanth and karaya. Pp. 1-8. In: G.O. Phillips GO and. Williams PA (eds). Handbook of Hydrocolloids. Taylor & Francis Group- Boca Raton.

Ziaiifar AM, Achir N, Courtois F, Trezzani I, Trystram G, 2008. Review of mechanisms, conditions, and factors involved in the oil uptake phenomenon during the deep-fat frying process. International Journal of Food Science and Technology 43:1410-1423.